

16. 4. 2004

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

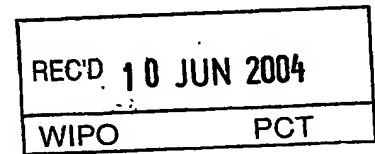
別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 4 月 2 1 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 1 1 5 9 0 8
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 1 1 5 9 0 8]

出 願 人 株式会社ケーヒン
Applicant(s):



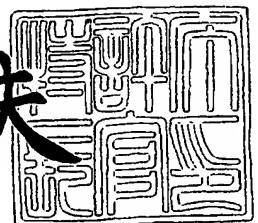
BEST AVAILABLE COPY

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2 0 0 4 年 5 月 2 7 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 J11239A1

【提出日】 平成15年 4月21日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 F02M 51/00
F02M 35/104

【発明の名称】 内燃機関の制御装置

【請求項の数】 1

【発明者】

【住所又は居所】 栃木県塩谷郡高根沢町宝積寺字サギノヤ東 2 0 2 1 番地
8 株式会社ケーヒン栃木開発センター内

【氏名】 谷田部 文夫

【特許出願人】

【識別番号】 000141901

【氏名又は名称】 株式会社ケーヒン

【代理人】

【識別番号】 100064908

【弁理士】

【氏名又は名称】 志賀 正武

【選任した代理人】

【識別番号】 100108578

【弁理士】

【氏名又は名称】 高橋 詔男

【選任した代理人】

【識別番号】 100101465

【弁理士】

【氏名又は名称】 青山 正和

【選任した代理人】

【識別番号】 100094400

【弁理士】

【氏名又は名称】 鈴木 三義

【選任した代理人】

【識別番号】 100107836

【弁理士】

【氏名又は名称】 西 和哉

【選任した代理人】

【識別番号】 100108453

【弁理士】

【氏名又は名称】 村山 靖彦

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008707

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9714698

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 内燃機関の制御装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 気筒の燃焼室内に燃料を直接噴射する筒内直接噴射式の内燃機関の制御装置において、前記内燃機関の吸気通路の絞り弁よりも下流側に設けられ該内燃機関に吸入される空気量を測定する空気流量センサと、該空気流量センサが出力する測定情報に応じて燃料噴射量を演算しかつ燃料噴射装置に信号を出力する制御回路とを備えることを特徴とする内燃機関の制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、筒内直接噴射式の内燃機関の燃料噴射を制御する制御装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

車両等に用いられる内燃機関の中には、吸気マニホールド（吸気通路）の上流側にスロットルバルブ（絞り弁）が設けられ、このスロットルバルブの下流側に燃料噴射弁及び空気流量センサが設けられるものがある（例えば、特許文献 1 参照。）。空気流量センサが出力する吸気量信号は制御回路に入力され、内燃機関の運転状態に応じた燃料噴射量が演算される。そして、演算された燃料噴射量に基づく燃料噴射量信号が制御回路から出力されて前記燃料噴射弁の作動制御が行われる。

【0003】

【特許文献 1】

特公平 4-15388 号公報

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら上記従来の構成では、吸気マニホールドの内部が負圧状態になっている場合には空気流量センサは内燃機関に吸入される空気と吸気マニホールド

内を満たすための空気とが加わった空気流量を測定してしまうことから、スロットルバルブの開き始めには最適な燃料噴射が行われず、燃料の燃焼効率が低下するという欠点がある。一方、内燃機関の中には燃焼室内に燃料を直接噴射する筒内直接噴射式とすることで燃料の燃焼効率を向上させたものがあるが、さらなる改善を行うためにも上記欠点を克服することが要望されている。

この発明は上記事情に鑑みてなされたもので、筒内直接噴射式の内燃機関において、スロットルバルブの開き始めでも吸気量を精度良く測定して最適な燃料噴射を可能とする内燃機関の制御装置を提供する。

【0005】

【課題を解決するための手段】

上記課題の解決手段として、請求項1に記載した発明は、気筒の燃焼室内に燃料を直接噴射する筒内直接噴射式の内燃機関（例えば実施の形態におけるエンジン1）の制御装置において、前記内燃機関の吸気通路（例えば実施の形態における吸気通路13）の絞り弁（例えば実施の形態におけるスロットルバルブ9）よりも下流側に設けられ該内燃機関に吸入される空気量を測定する空気流量センサ（例えば実施の形態におけるエアフローメータ28）と、該空気流量センサが出力する測定情報に応じて燃料噴射量を演算しかつ燃料噴射装置（例えば実施の形態におけるインジェクタ14）に信号を出力する制御回路（例えば実施の形態における制御回路26）とを備えることを特徴とする。

【0006】

この内燃機関の制御装置によれば、内燃機関の運転状態において、絞り弁の開き始めであっても、内燃機関内に吸入される空気は吸気通路の絞り弁よりも下流側に設けられた空気流量センサにより測定されるため、吸気通路内を満たすための空気を除いて内燃機関内に吸入される空気のみを測定することが可能となる。しかも、内燃機関が筒内直接噴射式であることから、吸気バルブが開いてから閉じるまでの間に該内燃機関に吸入される実際の空気量を測定し、この測定情報に応じた燃料噴射を内燃機関の一サイクル内でリアルタイムに行うことが可能となる。

また、内燃機関が吸気を開始又は終了する際に吸気通路の絞り弁よりも下流側

で空気流量が大きく変化することに着目し、空気流量センサから得られる情報で内燃機関の吸気の開始及び終了の判定、吸気量の演算、及び燃料噴射タイミングの制御等を行うことが可能となる。

【0007】

【発明の実施の形態】

以下、この発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。

図1に示すように、エンジン（内燃機関）1はエンジン本体2の複数のシリンダ3内でそれぞれピストン4が往復直線運動を行う多気筒レシプロエンジンであり、ピストン4が往復しシリンダ3内の容積を変化させることで吸気、圧縮、燃焼（膨張）、排気の各行程を繰り返すものである。エンジン本体2の各気筒に対応する吸気ポート5の外部側開口には吸気マニホールド6の吸気方向の下流側である分岐管7がそれぞれ接続され、吸気マニホールド6の吸気方向の上流側である集合管8にはエンジン1に吸入される空気量（吸気量）の調整を行うスロットルバルブ（絞り弁）9を有するスロットルボディ10が接続される。さらに、スロットルボディ10の上流側にはエアクリーナ11及び吸気ダクト12が接続されており、これら吸気マニホールド6、スロットルボディ10、エアクリーナ11、及び吸気ダクト12によりエンジンの吸気通路13が構成されている。

【0008】

エンジン本体2には燃焼室内に電磁式の燃料噴射弁を臨ませるインジェクタ（燃焼噴射装置）14が気筒毎に設けられ、インジェクタ14の作動により燃焼室内に所定量の燃料が直接噴射される。つまり、エンジン1は筒内直接噴射式のエンジンとして構成されている。各インジェクタ14には燃料タンク15内から燃料ポンプ16で汲み出されレギュレータ17で調圧された燃料が供給されるようになっている。

また、エンジン本体2には吸気ポート5の燃焼室側開口を開閉させる吸気バルブ18、排気ポート19の燃焼室側開口を開閉させる排気バルブ20、及び点火電極部を燃焼室内に臨ませる点火プラグ21がそれぞれ気筒毎に設けられる。点火プラグ21の点火はフライホイール（クランクシャフト25）の回転角度を検出する磁気センサ22からの出力を受けて適切な点火タイミングで行われ、各吸

気バルブ 18 及び排気バルブ 20 の開閉動作は不図示のカムシャフトにより行われる。なお、各排気ポート 19 の外部側開口には排気マニホールド 23 が接続される。

【0009】

各ピストン 4 はコンロッド 24 を介してクランクシャフト 25 のクランクピンに連結される。

そして、エンジン 1 の運転状態において、スロットルバルブ 9 が開くと、吸気行程にある気筒、つまり吸気バルブ 18 が開いた状態でかつピストン 4 が上死点から下死点に向かって下降している気筒の吸入負圧により、吸気通路 13 から外気（空気）が吸引されてシリンダ 3 内に導入される。また、当該気筒の吸気バルブ 18 が閉じた後には、ピストン 4 の上昇により圧縮された空気中にインジェクタ 14 から燃料が噴射され、かつ点火プラグ 21 により点火されることで燃料と空気との混合気が燃焼を開始する。ここで、インジェクタ 14 からの燃料の噴射量はシリンダ 3 内に吸入される空気量に応じて調整される。混合気を燃焼させて得た燃焼エネルギーはピストン 4 を押し下げると共にクランクシャフト 25 を回転駆動させることとなる。

【0010】

エンジン 1 の運転状態における燃料噴射量及び燃料噴射タイミングの制御は制御回路 26 により行われる。この制御回路 26 は所謂 ECU (Electronic Control Unit) であり、CPU (Central Processing Unit) や ROM (Read Only Memory) 等を有し、バッテリー 27 からの電力供給を受けて作動する。この制御回路 26 が、スロットルボディ 10 のスロットルバルブ 9 よりも下流側であって吸気マニホールド 6 の各分岐管 7 にそれぞれ設けられるエアフローメータ（空気流量センサ）28 からの出力電流等を入力データとして所定の処理を行い、各部に指令信号を出力する。

【0011】

ここで、エアフローメータ 28 はエンジン 1 に吸入される空気量を質量流量として検出可能なセンサであり、この実施の形態に好適なエアフローメータ 28 と

しては、シリコン基板にプラチナ薄膜を蒸着し、このプラチナ薄膜の温度を一定に保つように通電するセンサがあげられる。プラチナ薄膜の周囲を通流する空気の質量が増加するとプラチナ薄膜の温度が下がるので、エアフローメータ 28 は温度を一定に保つようにプラチナ薄膜に通電する電流を増加させる。一方、プラチナ薄膜の周囲を通流する空気の質量が減少するとプラチナ薄膜の温度が上がるので、エアフローメータ 28 はプラチナ薄膜に通電する電流を減少させる。このように、プラチナ薄膜の周囲を通流する空気の質量の増減に比例して電流値が増減するので、この電流値をモニタすることで空気流量を測定することができる。

【0012】

そして、エアフローメータ 28 がスロットルバルブ 9 よりも下流側に設けられることで、吸気通路 13 のスロットルバルブ 9 よりも下流側の部位を満たすための空気を除いてエンジン 1 内に吸入される空気のみを測定することが可能となる。特に、エアフローメータ 28 が吸気マニホールド 6 の下流側である分岐管 7 に設けられることで、比較的容積の大きい吸気マニホールド 6 内を満たすための空気量による測定誤差が抑えられる。また、エアフローメータ 28 を各分岐管 7 にそれぞれ設けることで、エンジン 1 の気筒毎に直接吸気量を測定することが可能となる。

【0013】

次いで、制御回路 26 で処理されるデータ及び各部への指令信号について図 2 のグラフに基づいて説明する。なお、図 2 は横軸に時間を示し、縦軸にエンジン 1 の運転に伴う空気流量、吸気バルブ 18 のリフト量、及び前記空気流量の変化に応じて出力されるインジェクタ 14 への指令信号をそれぞれ示したグラフである。

空気流量はエアフローメータ 28 の出力電流から換算した値を示し、インジェクタ 14 への指令信号は 0 のときには燃料噴射弁が閉じて燃料噴射が行われず、1 のときには燃料噴射弁が開いて燃料噴射が行われることを示す。また、吸気バルブ 18 のリフト量は、0 のときには吸気バルブ 18 が閉じ、0 より大きければその値に応じた開度で吸気バルブ 18 が開いていることを示す。

【0014】

時間の経過と共に変動する空気流量はエアフローメータ28からの出力電流に所定の係数を乗じた値で求められる。得られた空気流量は、所定の基準値よりも空気流量が多いときを順流、それ以下の場合を逆流として取り扱うものとする。ここで、順流とはエンジン1に吸引される方向に空気が流動することであり、逆流とは順流の逆方向、つまりスロットルバルブ側の方向に空気が流動することである。なお、逆流は、吸気バルブ18が閉じたときに、せき止められた空気が逆方向に流動することに起因して発生する。

【0015】

順流と逆流とが交互に発生している状態を脈流とすると、この状態では吸気バルブ18が閉じている。そして、脈流の範囲を越えて空気流量が増加している領域がエンジン1に空気が吸引されている領域、つまりエンジン1の吸気行程に相当し、この状態では吸気バルブ18が開いている。この領域内で前記基準値を終える空気流量の総和をとると、吸気行程におけるエンジン1の総吸気量になる。

【0016】

エンジン1の吸気の開始は、空気流量が脈流範囲の上限値を越えたときとする。このとき、バルブリフト量は0の状態から立ち上がってその開度を増加させ始める。つまり、吸気バルブ18が開く。

また、吸気の終了は、脈流範囲の上限値を超えて増加した空気流量がその後減少に転じ、再度脈流範囲に戻ったときとする。このとき、空気流量と共に減少を始めたバルブリフト量が0の状態に戻る。つまり、吸気バルブ18が閉じる。

【0017】

エンジン1の吸気の開始となる吸気の立ち上がりはエンジン1の運転に伴って周期的にあらわれ、吸気の立ち上がりが発生する周期がその気筒の一サイクルに相当する。したがって、吸気の立ち上がりの発生時からの経過時間を調べれば、そのときのクランクシャフト25の回転角度（例えば、混合気への点火タイミングに相当する回転角度等）を知ることができる。また、所定時間内に発生する吸気の立ち上がりの数をカウントすれば、エンジン1の回転数及び回転速度を知ることができる。

【0018】

インジェクタ14への指令信号は、吸気の立ち上がりを確認したときから所定時間の間だけ0から1に切り替わり、この間にインジェクタ14が燃焼室内に燃料を噴射する。所定時間とは、総吸気量から求められる必要な燃料噴射量をインジェクタ14から噴射するために要する時間である。なお、必要な燃料噴射量は総吸気量に空燃比を乗じて求められる。

【0019】

ここで、エンジン1は筒内直接噴射式であるため、吸気の立ち上がりが確認されてから吸気が終了するまでの間、つまり吸気バルブ18が開いてから閉じるまでの間にエンジン1に吸入される空気量、つまり総吸気量を測定し、この実測の総吸気量に応じた燃料噴射を、エンジン1の一サイクル内でリアルタイムに行うことができる。

【0020】

なお、このような処理を行う制御回路26は、エアフローメータ28の出力電流に所定の係数を乗じて空気流量を演算する空気流量演算手段と、空気の流動方向や吸気の開始及び終了を判定する吸気判定手段と、吸気行程における吸気量の総和を演算する総吸気量演算手段と、総吸気量に応じて燃料噴射量を演算すると共にインジェクタ等の制御を行う燃料噴射量制御手段とを有するといえる。

【0021】

次に、制御回路26により行われる処理の流れについて、図3のフローチャートに基づいて説明する。なお、この処理はエンジン1の始動後は一定の周期毎に割り込み処理として繰り返し行われるものである。

【0022】

まず、ステップS1で吸気バルブ18が閉じているか否かを判定する。ここで、吸気バルブ18が開いている場合（ステップS1でNO）、つまりエンジン1が吸気行程にある場合には、ステップS2に移って吸気量の演算処理を行う。この演算はエアフローメータ28の出力電流に基づいて行われ、この演算結果をメモリに記憶してここでの処理を終了する。

【0023】

そして、再度処理がスタートしたとき、吸気バルブ 18 が閉じている場合（ステップ S1 で YES）、つまりエンジン 1 の吸気行程が終了している場合にはステップ S3 に移る。なお、この時点でメモリに記憶されている吸気量の演算結果が総吸気量となる。ここで、燃料噴射が許可されている場合（ステップ S3 で YES）には、ステップ S4 に移って燃料噴射処理を行う。なお、燃料噴射が許可されていない場合（ステップ S3 で NO）にはここでの処理を終了する。ステップ S4 の燃料噴射処理では、総吸気量に対する燃料の比が所定の値（空燃比）となるように燃料噴射量を決定し、この量を噴射すべく燃料噴射ポンプ 16 及びインジェクタ 14 に指令信号を出力する。

【0024】

次いでステップ S5 に移り、点火が許可されている場合（ステップ S5 で YES）、つまり磁気センサ 22 が出力するクランクシャフト 25 の回転角度から点火タイミングであることを確認すれば、ステップ S6 に進んで点火処置を行う。つまり、混合気に点火し燃焼させる。なお、点火が許可されていない場合（ステップ S5 で NO）にはここでの処理を終了する。点火処理後はステップ S7 に進み、メモリに記憶された吸気量の演算結果をクリアして処理を終了する。

【0025】

以上の処理は所定の周期毎に繰り返し行われ、吸気量の総和の演算（ステップ S2）や、これにみあう量の燃料噴射（ステップ S4）といった燃料の噴射制御がリアルタイムで行われる。

【0026】

上記実施の形態によれば、エンジン 1 内に吸入される空気は吸気通路 13 のスロットルバルブ 9 よりも下流側に設けられたエアフローメータ 28 により測定されるため、スロットルバルブ 9 の開き始めであっても吸気通路 13 内を満たすための空気を除いてエンジン 1 内に吸入される空気のみを測定することが可能となる。しかも、エンジン 1 が筒内直接噴射式であることから、吸気バルブ 18 が開いてから閉じるまでの間にエンジン 1 に吸入される空気量、つまり総吸気量を測定した後に、この実際の吸気量に応じた燃料噴射をエンジン 1 の一サイクル内でリアルタイムに行うことが可能となる。このため、吸気量の検出精度が高く、燃

料噴射量の最適化を図ることができる。そして、混合気の燃焼効率を高め、エンジン 1 の応答性及び燃費を向上させることができる。

【0027】

また、エアフローメータ 28 から得られる情報で吸気の開始及び終了の判定、吸気量の演算、燃料噴射量の演算、及び燃料噴射タイミングの制御等を行うことができる。このため、複数のセンサを用いた場合に比べて故障診断用のプログラムを持つために必要な制御装置のメモリを削減でき、かつ CPU の処理の負担も減少させることができる。また、エンジン制御システム全体としてみた場合、センサの数が少ない分だけレイアウトの自由度が増すし、組み立て時の工数削減にも貢献する。

さらに、吸気バルブ 18 の開閉タイミングがエンジン 1 の回転数に応じて可変する場合でも、実際の吸気量に基づいて燃料の噴射量を決定するので、圧力及びエンジン回転数毎に噴射量を決定するような複雑な演算処理をする必要がない。

【0028】

なお、この発明は上記実施の形態に限られるものではなく、例えば、エアフローメータ 28 を吸気マニホールド 6 の何れかの気筒に対応する分岐管 7 のみに設け、他の気筒への吸気量はエアフローメータ敷設気筒の吸気量から推測により求めるようにしてもよい。同様に、エアフローメータ 28 を吸気マニホールド 6 の集合管 8 のみに設けるようにすることも可能である。さらに、吸気マニホールド 6 を用いずに気筒毎に個別のスロットルボディを有するエンジンや単気筒エンジンであってもよい。

また、エンジン 1 の点火タイミングはクランクシャフト 25 の回転角度を監視する磁気センサ 22 に基づいて決定されるが、これをエアフローメータ 28 から得られる情報に基づき制御回路 26 により制御するようにしてもよい。

【0029】

【発明の効果】

以上説明してきたように、請求項 1 に記載した発明によれば、絞り弁の開け始めであっても吸気量の検出精度が高く、燃料噴射量の最適化を図ることができる。そして、混合気の燃焼効率を高め、内燃機関の応答性及び燃費を向上させるこ

とができる。

また、空気流量センサから得られる情報で内燃機関の吸気の開始及び終了の判定、吸気量の演算、及び燃料噴射タイミングの制御等を行うことができるため、センサ数を減少させることができ、設計やセッティング工数を削減することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 この発明の実施の形態における内燃機関の構成図である。

【図 2】 エンジン運転時の吸気通路での空気流量、吸気バルブリフト量、及びインジェクタへの指令信号の時間的変化を示すグラフである。

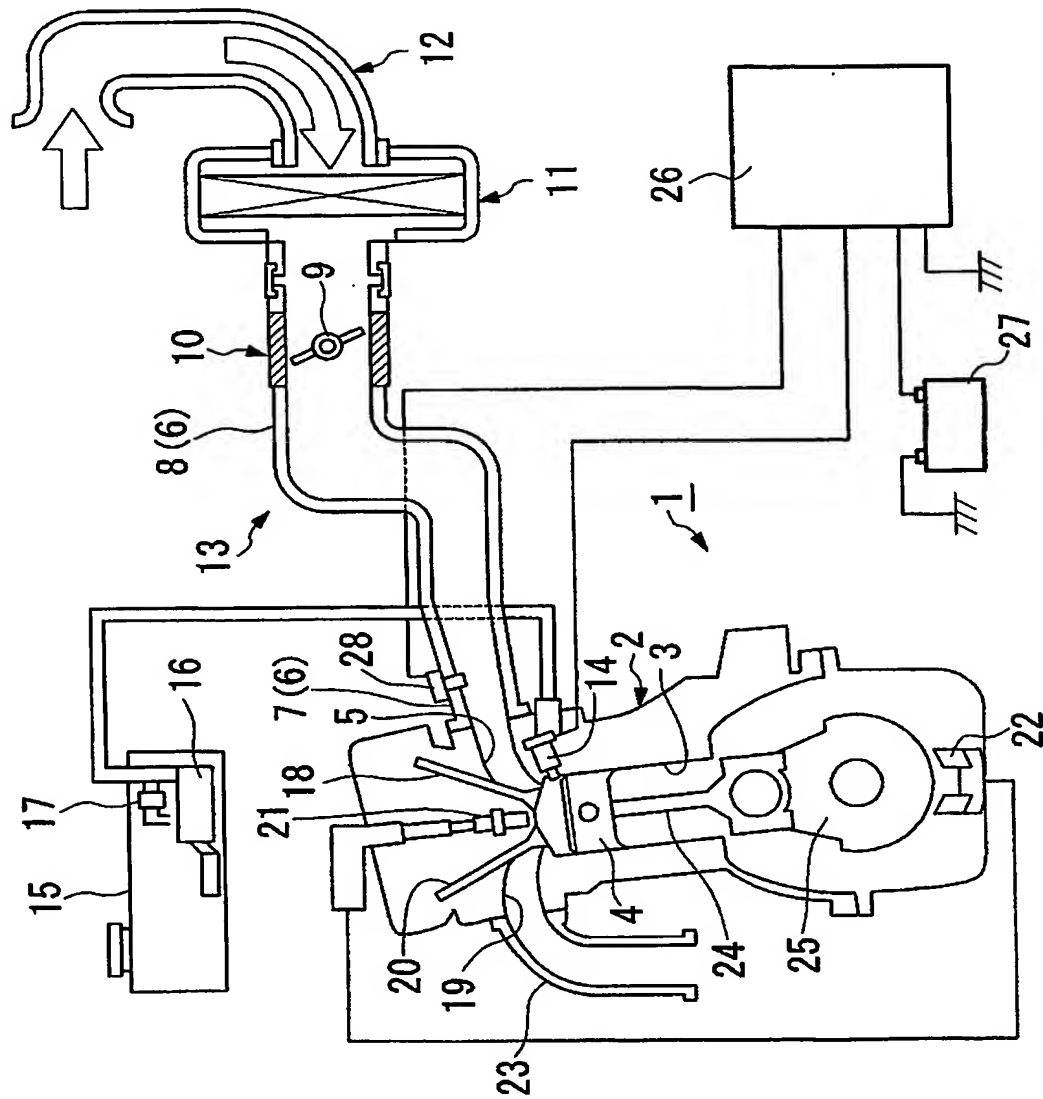
【図 3】 制御回路における処理を示すフローチャート図である。

【符号の説明】

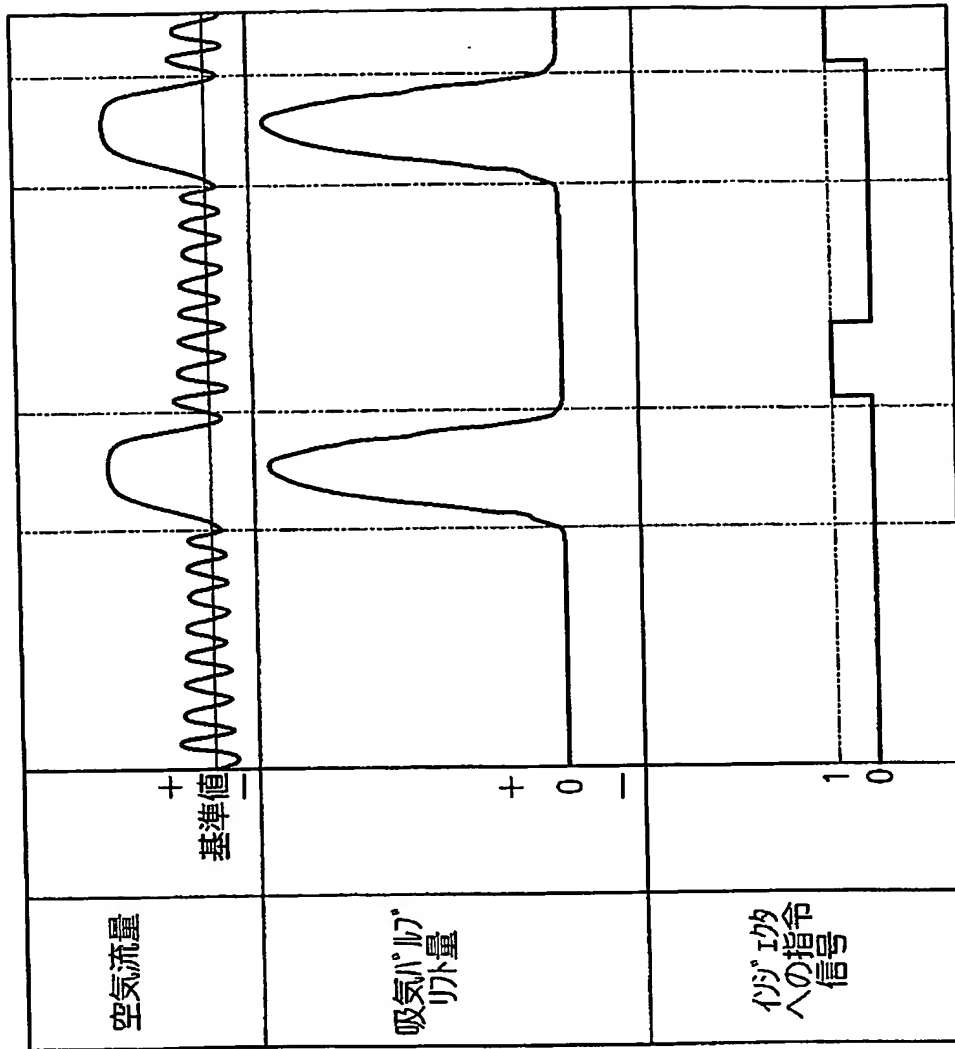
- 1 エンジン（内燃機関）
- 9 スロットルバルブ（絞り弁）
- 13 吸気通路
- 14 インジェクタ（燃料噴射装置）
- 26 制御回路
- 28 エアフローメータ（空気流量センサ）

【書類名】 図面

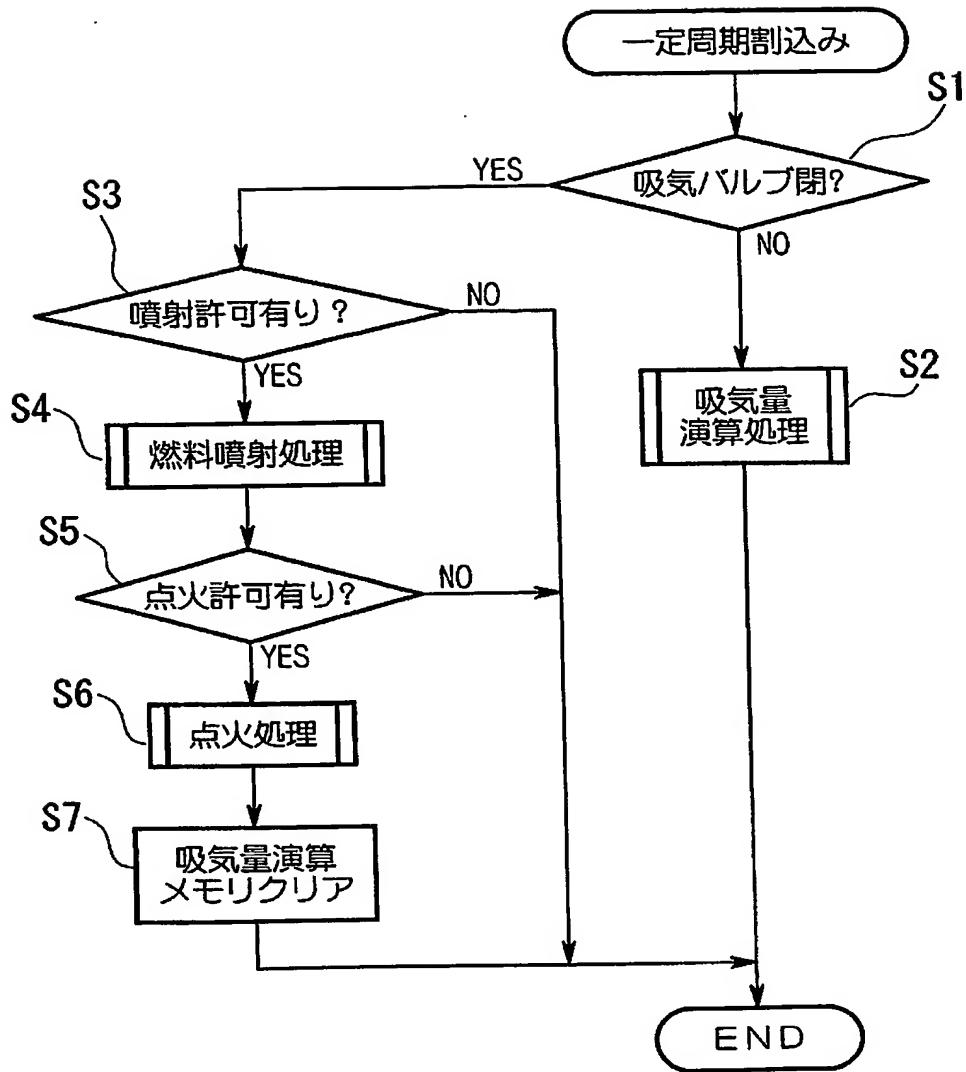
【図1】



【図 2】



【図 3】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 筒内直接噴射式の内燃機関において、スロットルバルブの開き始めでも吸気量を精度良く測定して最適な燃料噴射を可能とする。

【解決手段】 気筒の燃焼室内に燃料を直接噴射する筒内直接噴射式のエンジン 1 の制御装置において、エンジン 1 の吸気通路 13 のスロットルバルブ 9 よりも下流側に設けられエンジン 1 に吸入される空気量を測定するエアフローメータ 28 と、エアフローメータ 28 が出力する測定情報に応じて燃料噴射量を演算しかつインジェクタ 14 に信号を出力する制御回路 26 とを備える。

【選択図】 図 1

認定・付加情報

| | |
|---------|----------------|
| 特許出願の番号 | 特願 2003-115908 |
| 受付番号 | 50300657342 |
| 書類名 | 特許願 |
| 担当官 | 第三担当上席 0092 |
| 作成日 | 平成15年 4月22日 |

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

| | |
|----------|-------------------|
| 【識別番号】 | 000141901 |
| 【住所又は居所】 | 東京都新宿区西新宿一丁目26番2号 |
| 【氏名又は名称】 | 株式会社ケーヒン |

【代理人】

申請人

| | |
|----------|---------------------------------------|
| 【識別番号】 | 100064908 |
| 【住所又は居所】 | 東京都新宿区高田馬場3丁目23番3号 ORビ ル 志賀国際特許事務所 |
| 【氏名又は名称】 | 志賀 正武 |

【選任した代理人】

| | |
|----------|---------------------------------------|
| 【識別番号】 | 100108578 |
| 【住所又は居所】 | 東京都新宿区高田馬場3丁目23番3号 ORビ ル 志賀国際特許事務所 |
| 【氏名又は名称】 | 高橋 詔男 |

【選任した代理人】

| | |
|----------|---------------------------------------|
| 【識別番号】 | 100101465 |
| 【住所又は居所】 | 東京都新宿区高田馬場3丁目23番3号 ORビ ル 志賀国際特許事務所 |
| 【氏名又は名称】 | 青山 正和 |

【選任した代理人】

| | |
|----------|---------------------------------------|
| 【識別番号】 | 100094400 |
| 【住所又は居所】 | 東京都新宿区高田馬場3丁目23番3号 ORビ ル 志賀国際特許事務所 |
| 【氏名又は名称】 | 鈴木 三義 |

【選任した代理人】

| | |
|----------|---------------------------------------|
| 【識別番号】 | 100107836 |
| 【住所又は居所】 | 東京都新宿区高田馬場3丁目23番3号 ORビ ル 志賀国際特許事務所 |

次頁有

認定・付加情報 (続き)

【氏名又は名称】 西 和哉
【選任した代理人】
【識別番号】 100108453
【住所又は居所】 東京都新宿区高田馬場 3 丁目 2 3 番 3 号 ORビ
ル 志賀国際特許事務所
【氏名又は名称】 村山 靖彦

次頁無

特願 2003-115908

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000141901]

1. 変更年月日

2002年 9月17日

[変更理由]

住所変更

住 所

東京都新宿区西新宿一丁目26番2号

氏 名

株式会社ケーヒン

This Page is inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ BLACK BORDERS
- ☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLORED OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REPERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning documents *will not* correct images problems checked, please do not report the problems to the IFW Image Problem Mailbox